

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-286837

(43)Date of publication of application : 31.10.1995

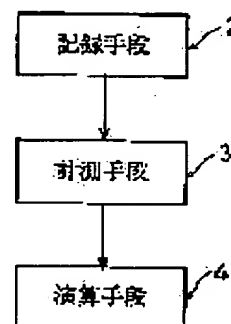
(51)Int.Cl. G01B 11/26

(21)Application number : 06-104866 (71)Applicant : SUMITOMO RUBBER IND LTD

(22)Date of filing : 18.04.1994 (72)Inventor : OSHIMA SHINJI
TERAGUCHI TAKASHI**(54) INSTRUMENT AND METHOD FOR MEASURING ROTATIONAL AMOUNT OF SPHERICAL BODY****(57)Abstract:**

PURPOSE: To provide an instrument and method for measuring the rotational amount of spherical body by which the rotational amount of a spherical body can be found with respect to each axis of a three-dimensional coordinate system with high precision from videos recorded in one direction only.

CONSTITUTION: A recording means 2 which takes a plurality of still circular pictures from a rotating spherical body 1 in one direction and records the pictures, a measuring means 3 which measures the positions of prescribed two points in the circular pictures recorded in the recording means 2, and, an arithmetic means 4 which calculates the rotational amount of the spherical body 1 based on the positions of the prescribed two points in the circular pictures, are provided. The arithmetic means 4 calculates the rotational amount of the spherical body 1 with respect to each axis of a three-dimensional coordinate axis.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 26.07.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2810320

[Date of registration] 31.07.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-286837

(43) 公開日 平成7年(1995)10月31日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 1 B 11/26

識別記号

序内整理番号

H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-104866

(22) 出願日 平成6年(1994)4月18日

(71) 出願人 000183233

住友ゴム工業株式会社

兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号

(72) 発明者 大島 伸治

明石市魚住町清水41番地の1 住友ゴム工業株式会社魚住寮

(72) 発明者 寺口 隆司

加古川市平岡町一色735-21

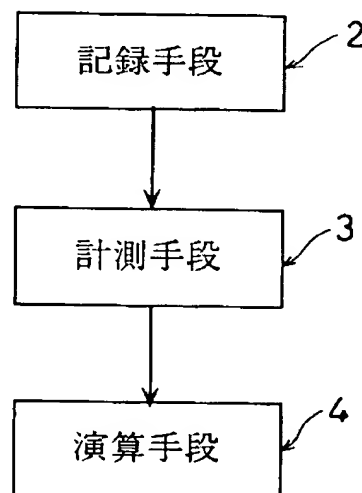
(74) 代理人 弁理士 中谷 武嗣

(54) 【発明の名称】 球体の回転量測定装置及び測定方法

(57) 【要約】

【目的】 一方向からの記録映像のみによって、高精度に球体の回転量を3次元座標系の各軸廻りについて求めることができる球体の回転量測定装置及び測定方法の提供にある。

【構成】 回転中の球体を所定の方向から複数の静止円形画像として撮影記録する記録手段2と、記録手段2にて記録された複数の静止円形画像内の所定の2点の位置を計測する計測手段3と、複数の静止円形画像の所定の上記2点の位置に基づいて上記球体1の回転量を演算する演算手段4と、を備える。演算手段4は球体1の回転量を3次元座標系の各軸廻りについて演算する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転中の球体 1 を所定の一方から複数の静止円形画像として撮影記録する記録手段 2 と、該記録手段 2 にて記録された複数の上記静止円形画像内の所定の 2 点の位置を計測する計測手段 3 と、複数の上記静止円形画像の所定の上記 2 点の位置に基づいて上記球体 1 の回転量を 3 次元座標系の各軸廻りについて演算する演算手段 4 と、を備えたことを特徴とする球体の回転量測定装置。

【請求項 2】 回転に伴って移動する球体 1 を所定の一方から複数の静止円形画像として撮影記録する記録手段 2 と、該記録手段 2 にて記録された複数の静止円形画像内の所定の 2 点の位置を計測する計測手段 3 と、一の静止円形画像と他の静止円形画像の中心を重ね合わせた状態において該一の静止円形画像の所定の上記 2 点の位置と他の静止円形画像の所定の上記 2 点の位置に基づいて上記球体 1 の回転量を 3 次元座標系の各軸廻りについて演算する演算手段 4 と、を備えたことを特徴とする球体の回転量測定装置。

【請求項 3】 記録手段 2 による静止円形画像の記録が 2 回である請求項 1 又は 2 記載の球体の回転量測定装置。

【請求項 4】 回転中の球体 1 を所定の一方から所定のタイミングで複数の静止円形画像として撮影記録した後、その記録された複数の静止円形画像内の所定の 2 点の位置を計測し、その後、複数の静止円形画像の所定の上記 2 点の位置に基づいて上記球体 1 の回転量を 3 次元座標系の各軸廻りについて演算することを特徴とする球体の回転量測定方法。

【請求項 5】 回転に伴って移動する球体 1 を所定の一方から所定のタイミングで複数の静止円形画像として撮影記録した後、その記録された複数の静止円形画像内の所定の 2 点の位置を計測し、その後、一の静止円形画像と他の静止円形画像の中心を重ね合わせ、その重ね合わせた状態において、該一の静止円形画像の所定の上記 2 点の位置と他の静止円形画像の所定の上記 2 点の位置に基づいて上記球体 1 の回転量を 3 次元座標系の各軸廻りについて演算することを特徴とする球体の回転量測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は球体の回転量測定装置及び測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、ゴルフボール、テニスボール等の回転軸が不特定な（回転）球体において、3次元座標系の各軸廻りの回転量を測定する場合があった。

【0003】 しかし、従来においてこの回転量を測定する方法としては、図 6 に示すように、相互に直交する x、y、z の 3 軸上に、カメラ等の映像記録装置 a、

b、c を固定し、各映像記録装置 a、b、c にて、所定のタイミングで複数回、測定対象である球体 d を撮影し、x 軸、y 軸、z 軸毎に、所定のタイミング間の回転量を、撮影映像より解析する方法が一般的であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図 6 に示す測定方法では、3 組の映像記録装置が必要であり、測定装置全体が大型化すると共に、3 組の映像記録装置を相互に直交した位置関係に設定せねばならず、屋外等で測定する場合、この位置関係において映像記録装置を固定することが困難であった。さらに、測定対象物（つまり、球体）の移動方向と、3 組の映像記録装置のうちの 1 組の固定方向が一致して、球体とその映像記録装置に衝突する可能性が高く、危険でかつ破損しやすかった。また、3 組の記録映像の夫々につき、解析を行なう必要があり面倒であった。

【0005】 そこで、本発明では、装置全体がコンパクトであって、設置しやすかつ高精度に回転量を測定することができる球体の回転量測定装置を提供することを一の目的とする。

【0006】 また、高精度にかつ簡単に回転量を測定することができる球体の回転量測定方法を提供することを他の目的とする。

【0007】

【課題を解決しようとする手段】 上述の目的を達成するために、本発明に係る一の球体の回転量測定装置は、回転中の球体を所定の一方から複数の静止円形画像として撮影記録する記録手段と、該記録手段にて記録された複数の上記静止円形画像内の所定の 2 点の位置を計測する計測手段と、複数の上記静止円形画像の所定の上記 2 点の位置に基づいて上記球体の回転量を 3 次元座標系の各軸廻りについて演算する演算手段と、を備えたものである。

【0008】 また、本発明に係る他の球体の回転量測定装置は、回転に伴って移動する球体を所定の一方から複数の静止円形画像として撮影記録する記録手段と、該記録手段にて記録された複数の静止円形画像内の所定の 2 点の位置を計測する計測手段と、一の静止円形画像と他の静止円形画像の中心を重ね合わせた状態において該一の静止円形画像の所定の上記 2 点の位置と他の静止円形画像の所定の上記 2 点の位置に基づいて上記球体の回転量を 3 次元座標系の各軸廻りについて演算する演算手段と、を備えたものである。

【0009】 そして、これら球体の回転量測定装置においては、記録手段による静止円形画像の記録を、例えば 2 回とする。

【0010】 次に、本発明に係る一の球体の回転量測定方法は、回転中の球体を所定の一方から所定のタイミングで複数の静止円形画像として撮影記録した後、その記録された複数の静止円形画像内の所定の 2 点の位置を

計測し、その後、複数の静止円形画像の所定の上記2点の位置に基づいて上記球体の回転量を3次元座標系の各軸廻りについて演算するものである。

【0011】また、本発明に係る他の球体の回転量測定方法は、回転に伴って移動する球体を所定の一方から所定のタイミングで複数の静止円形画像として撮影記録した後、その記録された複数の静止円形画像内の所定の2点の位置を計測し、その後、一の静止円形画像と他の静止円形画像の中心を重ね合わせ、その重ね合わせた状態において、該一の静止円形画像の所定の上記2点の位置と他の静止円形画像の所定の上記2点の位置に基づいて上記球体の回転量を3次元座標系の各軸廻りについて演算するものである。

【0012】

【作用】回転中の球体（回転に伴って移動しない）は、所定の一方から記録手段にて、複数の静止円形画像として撮影記録される。記録された複数の静止円形画像内の所定の2点の位置は、夫々、計測手段にて計測される。そして、複数の静止円形画像の夫々の所定の上記2点の位置に基づいて、球体の回転量を3次元座標系の各軸廻りについて演算手段にて演算する。

【0013】即ち、1組の記録映像のみ解析すれば、3軸毎の回転量を求めることができる。

【0014】また、回転に伴って移動している球体は、所定の一方から記録手段にて、複数の静止円形画像として撮影記録される。記録された複数の静止円形画像内の所定の2点の位置は、夫々、計測手段にて計測される。そして、一の静止円形画像と他の静止円形画像の中心を重ね合わせた状態において、一の静止円形画像の所定の上記2点の位置と他の静止円形画像の所定の上記2点の位置に基づいて、球体の回転量を3次元座標系の各軸廻りについて演算手段にて演算する。

【0015】即ち、飛行中の回転球体においても、一方のみからの記録映像のみを解析すれば、3軸毎の回転量を求めることができる。

【0016】

【実施例】以下、実施例を示す図面に基づいて本発明を詳説する。

【0017】図1は本発明に係る球体の回転量測定装置を示し、回転に伴って移動する球体1（図2参照）を所定の一方から複数の静止円形画像として撮影記録する記録手段2と、記録手段2にて記録された複数の静止円形画像内の所定の2点の位置を計測する計測手段3と、一の静止円形画像と他の静止円形画像とを重ね合わせた状態において該一の静止円形画像内の所定の2点の位置と他の静止円形画像内の所定の上記2点の位置に基づいて球体1の回転量を演算する演算手段4と、を備える。

【0018】ところで、図2に示す様なスピン軸Sを中心に回転している球体1の回転量は、x、y、z各軸廻りの回転成分に分けて考えることができる。y軸廻りの

回転はサイドスピンとなり、z軸廻りの回転はバックスピンとなる。また、x軸廻りの回転は、ボールの進行方向を軸とする回転である。

【0019】しかし、記録手段2としては、例えば、スチールカメラとマイクロフラッシュを備えたもの、シャッター付きの高速度カメラを備えたもの、又は高速度ビデオを備えたもの等である。

【0020】即ち、球体1の静止円形画像を得るための手段としては、画像を取り込むための部分（例えば、スチールカメラ本体部）と、その画像を記録する部分（例えば、フィルム）とに分けることができ、また、球体1の回転が高速度であったり、移動速度が高速度であったりした場合には画像を取り込む時間が長いと測定対象の球体がぶれてしまうので、画像の取り込み時間を短くするためのシャッターを使用したり、マイクロフラッシュ等の発光時間の短い照明装置を用い照明装置が発光したときの輝度差を利用して静止円形画像を得る必要がある。

【0021】従って、静止円形画像を得る装置の組み合わせとしては、具体的には、スチールカメラとフィルムとマイクロフラッシュ、高速度スチールカメラとフィルムとシャッター、CCDカメラと画像メモリとマイクロフラッシュ、又は、高速度カメラと画像メモリとシャッター等が考えられる。

【0022】そして、このように得られる球体1の像を、特定の時間差を有するタイミングで少なくとも2回取り込む必要があるが、それらの静止円形画像を1つの画面内におさめる必要はない。

【0023】但し、それら複数タイミングの静止円形画像が1つの画面内におさまらない場合には、各画面において座標軸の方向が特定できる必要がある。

【0024】次に、記録手段2によって得られた静止円形画像内の所定の2点の位置を計測する手段3としては、記録媒体がフィルムの場合は、フィルムの現像・焼き付けを行ない、焼き付けられた写真に直接定規等を当て、測定する原始的な方法から、フィルムや写真の画像をコンピュータに取り込むことのできる画像入力装置を用い、コンピュータ画面上で測定用のカーソルを合せ測定する方法等がある。

【0025】また、記録媒体が画像メモリーの場合には、メモリー上の画像データをコンピュータ画面上に展開し、画像入力装置を用いコンピュータに取り込まれたフィルム画像と同様に、コンピュータ画面上で測定用のカーソルを合わせ測定する方法等がある。

【0026】次に、この測定装置を使用して、回転に伴って移動する球体1の回転量を演算する方法を説明する。

【0027】まず、球体1に点P、Qをマークし、かつ、球体1の中心Cを図3に示すように、x、y、z軸の原点Oにとり、点P、Qが球体中心Cを通るある回転軸を軸とする回転によって、夫々、P'、Q'に移動し

たとする。なお、点P、Qは任意の位置にマークすることができるが、撮影された像で確認できる位置になければならない。

【0028】具体的には、z軸方向にスチールカメラとマイクロフラッシュを配し、球体1（ゴルフボール）がカメラ前を通過している間に、フラッシュを球体1に向け、3ミリ秒間隔で2度発光させ、その間、カメラのシャッターを開けたままとしておく。カメラレンズの絞りとフラッシュを発光させるタイミングを適当に調整することにより、1コマの中に2個の球体1の像を撮影することができる。

【0029】ところで、画面上で測定できるのは、X座標値とY座標値だけであるから、Z座標値は画面上での球体1の半径をRとすると球の方程式から次の式のように表わすことができ、この値を使用することになる。

【0030】

【数1】

$$Z = \sqrt{R^2 - X^2 - Y^2}$$

【0031】なお、XY座標値の測定については、様々な方法が考えられるが、スチールカメラを用いた場合、まずフィルムの現像、若しくはフィルムの現像及び焼き付けという作業を行ない、その後画像の解析を行わなければならない。フィルムの現像のみの場合は、フィルムの画像を万能投影機を介し、適当な大きさに拡大し、*

$$\alpha(x_p - x_{p'}) + \beta(y_p - y_{p'}) + \gamma(z_p - z_{p'}) = 0 \quad (2)$$

【0035】また、点Q、Q'についても同様のことが※ ※言えるので、次の③式を求めることができる。

$$\alpha(x_q - x_{q'}) + \beta(y_q - y_{q'}) + \gamma(z_q - z_{q'}) = 0 \quad (3)$$

【0036】従って、上述の①②③を連立して解くと、

★又は、

以下の様にスピン軸Sの方向ベクトルvが求まる。

$$\gamma = 1/\sqrt{A}$$

30

$$\beta = B\gamma$$

$$\alpha = -\{\beta(y_p - y_{p'}) + \gamma(z_p - z_{p'})\} / (x_p - x_{p'})$$

★

$$\alpha = -\{\beta(y_q - y_{q'}) + \gamma(z_q - z_{q'})\} / (x_q - x_{q'})$$

【0037】但し、この場合、

【0038】

【数2】

$$B = - \frac{(x_p - x_{p'})(z_q - z_{q'}) - (x_q - x_{q'})(z_p - z_{p'})}{(x_p - x_{p'})(y_q - y_{q'}) - (x_q - x_{q'})(y_p - y_{p'})}$$

【0039】

【数3】

$$A = 1 + B^2 + \frac{\{B(y_p - y_{p'}) + (z_p - z_{p'})\}^2}{(x_p - x_{p'})^2}$$

40

あるいは

$$A = 1 + B^2 + \frac{\{B(y_q - y_{q'}) + (z_q - z_{q'})\}^2}{(x_q - x_{q'})^2}$$

である。

*その画像のXY座標をコンピュータ（演算手段4）に接続された2次元デジタイザーでポインティングし、座標値をコンピュータ（演算手段4）に取り込む方法がある。また、写真に焼き付けた場合は、コンピュータ（演算手段4）に接続された画像入力装置を用い、画像を1度コンピュータに入力し、この入力画像に対し、XY座標を測定し、計算処理を行なう方法がある。

【0032】しかし、図3の2つの球体1を重ね合わせたときの球体1の中心Cを原点とする3次元座標系を考えれば、点P、Qはt秒間で球体1の中心C（原点）を通るある回転軸を軸とする回転によって、夫々、点P'、Q'となるので、点P(x_p, y_p, z_p)がP'(x_{p'}, y_{p'}, z_{p'})となり、点Q(x_q, y_q, z_q)がQ'(x_{q'}, y_{q'}, z_{q'})となる。

【0033】このある回転軸をスピン軸Sと呼ぶこととすると、スピン軸Sの方向ベクトルの単位ベクトルv = (α, β, γ)において次の①の式が成り立つ。

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1 \quad (1)$$

【0034】そして、図4に示すように、点Pから点P'へはベクトルvに垂直な平面上を回転しているはずであるからベクトルPP'とベクトルvは垂直な位置関係にあり、次の②式が成り立つ。

$$\alpha(x_p - x_{p'}) + \beta(y_p - y_{p'}) + \gamma(z_p - z_{p'}) = 0 \quad (2)$$

$$\alpha(x_q - x_{q'}) + \beta(y_q - y_{q'}) + \gamma(z_q - z_{q'}) = 0 \quad (3)$$

$$\alpha = -\{\beta(y_q - y_{q'}) + \gamma(z_q - z_{q'})\} / (x_q - x_{q'})$$

【0037】但し、この場合、

【0038】

【数2】

$$B = - \frac{(x_p - x_{p'})(z_q - z_{q'}) - (x_q - x_{q'})(z_p - z_{p'})}{(x_p - x_{p'})(y_q - y_{q'}) - (x_q - x_{q'})(y_p - y_{p'})}$$

【0040】点Pあるいは点P'からスピン軸Sへ下ろした垂線の足を(x_{hp}, y_{hp}, z_{hp})とすると、

$$x_{hp} = t_1 \alpha$$

$$y_{hp} = t_1 \beta$$

$$z_{hp} = t_1 \gamma$$

となる。

【0041】但し、この場合、 $t_1 = \alpha x_p + \beta y_p + \gamma z_p$ 、あるいは $t_1 = \alpha x_{p'} + \beta y_{p'} + \gamma z_{p'}$ である。

【0042】次に、点Qあるいは点Q'からスピン軸Sへ下ろした垂線の足を(x_{hq}, y_{hq}, z_{hq})とすると、

$$x_{hq} = t_2 \alpha$$

$$y_{hq} = t_2 \beta$$

50

$z h q = t_z \gamma$

となる。

【0043】但し、この場合、 $t_z = \alpha x q + \beta y q +$

$\gamma z q$ 、あるいは $t_z = \alpha x q' + \beta y q' + \gamma z q'$

となる。

*【0044】従って、スピン軸S廻りにt秒間で回転した角度を θ （単位を“度”とする）とすると次の式が求まる。

【0045】

*【数4】

$$\cos \theta = \frac{(x p - x h p)(x p' - x h p) + (y p - y h p)(y p' - y h p) + (z p - z h p)(z p' - z h p)}{\sqrt{(x p - x h p)^2 + (y p - y h p)^2 + (z p - z h p)^2} \times \sqrt{(x p' - x h p)^2 + (y p' - y h p)^2 + (z p' - z h p)^2}}$$

あるいは

$$\cos \theta = \frac{(x q - x h q)(x q' - x h q) + (y q - y h q)(y q' - y h q) + (z q - z h q)(z q' - z h q)}{\sqrt{(x q - x h q)^2 + (y q - y h q)^2 + (z q - z h q)^2} \times \sqrt{(x q' - x h q)^2 + (y q' - y h q)^2 + (z q' - z h q)^2}}$$

【0046】従って、t秒間での球体1のスピン軸S廻りの回転数 S_0 は、

$S_0 = (\theta / 360) \times (60 / t)$ [r. p. m]

となる。

【0047】また、回転軸の各軸廻りの量は上記回転数 S_0 を方向ベクトルvの各成分に分解したものであるで、

x軸廻りの回転量 $S_x = \alpha S_0$ 。

y軸廻りの回転量 $S_y = \beta S_0$ 。

z軸廻りの回転量 $S_z = \gamma S_0$ 。

と求まる。

【0048】従って、一方向からの記録映像によって、

回転に伴って移動している球体1の回転量を3次元座標系の各軸廻りについて求めることができる。

20 【0049】次に、図5はCCDカメラと画像メモリーとマイクロフラッシュの組み合わせで得た静止円形画像を示し、コンピュータ画面上での点を測定し、3軸の回転量の演算結果を表1に示した。この場合、画面5、6の時間間隔は3ミリ秒である。また、この方法によれば、フィルムの現像という作業が省略でき、ほぼリアルタイムの測定が可能となる。

【0050】

【表1】

	A	B	P	Q	A'	B'	P'	Q'	バックspin	サイドspin	軸spin
1	37.49	309.320	106.177	169.260	157.127	421.390	232.308	333.327	2334	- 221	305
2	40.54	310.323	122.173	214.104	164.131	428.396	251.297	274.185	2264	3	327
3	37.54	308.325	91.186	180.108	158.136	420.400	230.333	238.219	2483	- 158	339
4	37.53	306.323	85.205	199.104	157.133	420.396	239.347	252.197	2414	- 182	324
5	33.48	306.318	227.101	278.194	150.126	411.389	270.169	368.200	2427	83	310
6	18.43	290.311	63.191	153.85	108.113	373.379	202.338	167.210	3070	- 117	424
7	28.39	300.309	77.179	168.61	136.109	399.371	223.324	180.182	3036	- 217	362
8	24.35	294.305	54.210	173.55	121.100	384.362	218.341	179.151	2724	- 156	252
9	16.40	287.308	84.164	149.114	104.109	366.370	195.293	199.212	2722	118	360
10	22.24	294.295	77.162	186.248	120.77	381.341	212.284	342.246	2991	37	414
11	102.199	376.472	193.402	229.304	223.44	493.313	342.283	273.208	3019	-1788	226
12	114.131	388.405	190.303	242.234	191.44	462.314	279.279	236.207	3285	-1915	76
13	127.178	397.451	264.432	183.356	220.131	486.398	435.290	385.379	5496	-2416	359
14	128.166	400.437	220.259	324.253	242.119	510.386	390.214	468.183	869	1714	- 19
15	123.173	394.445	193.266	264.395	227.134	496.402	352.238	453.332	1188	1831	- 39

※A, B, P, Q, A', B', P', Q' の各数値は、図5 (イ) (ロ) に於けるu, v座標値を表わす。

【0051】この場合、画面5, 6上にuv座標系をとり、球体1の静止円形画像の上境及び左境に接する接線の交点をA, A'とし、球体1の静止円形画像の下境及び右境に接する交点をB, B'とする。

【0052】なお、A, A', B, B'は球体1の静止円形画像の中心位置とその半径を算出するために測定した。また、表1において、スピンの単位はr, p, mであり、バックスピンのプラス符号は図5の(イ) (ロ)に於て球体を反時計廻りに回転させる方向であり、サイドスピンのプラス符号は左へ曲げようとする回転(フック回転)を示し、軸スピンのプラス符号は球体1の進行方向に対して時計廻りを示している。

【0053】しかして、図5の(イ) (ロ)のように2回画像を取り込んだ場合、球体1の移動する方向(カメラから遠ざかる方向、あるいは近づく方向)によって、実際には画面上の球体の大きさは同じには取り込めない。そこで、以下に示すような座標変換を行ない2画像の重ね合わせを行なう必要がある。

【0054】まず、図5の(イ)に於ける各点のuv座標を以下の通りとする。

【0055】点A (ua, va), 点B (ub, vb), 点C (uc, vc), 点P (up, vp), 点Q (uq, vq) これにより、点Cは点A, 点Bの中点であるから、

$$uc = (ua + ub) / 2$$

$$vc = (va + vb) / 2$$

となる。

【0056】また、u方向の球半径をrad_u, v方向

向の球半径をrad_vとすると、

$$rad_u = |(ua - ub) / 2|$$

$$rad_v = |(va - vb) / 2|$$

となる。なお、| |は絶対値記号を示す。

【0057】そして、球半径は(イ) (ロ)の画像において同じであるはずなので、この球半径rad_u, rad_vを用い半径を1に基準化する。

【0058】この場合、u方向はx, y, z座標系のx方向と一致しているが、v方向はy方向と向きが反対となっているため、以下の様に(イ)の点P, 点Qをuv座標系からx, y, z座標系へ変換すると、

$$xp = (up - uc) / rad_u$$

$$yp = -(vp - vc) / rad_v$$

【0059】

【数5】

$$zp = \sqrt{1 - xp^2 - yp^2}$$

【0060】xq = (uq - uc) / rad_u

$$yq = -(vq - vc) / rad_v$$

【0061】

【数6】

$$zq = \sqrt{1 - xq^2 - yq^2}$$

となる。

【0062】また、(ロ)の点P', 点Q'についても、点C'は点A', 点B'の中点であるから、

$$uc' = (ua' + ub') / 2$$

$$vc' = (va' + vb') / 2$$

となり、また、u方向の球半径をrad_u', v方向の球半径をrad_v'とすると、

11

$\text{rad_u}' = |(\text{ua}' - \text{ub}')| / 2|$
 $\text{rad_v}' = |(\text{va}' - \text{vb}')| / 2|$
 となる。そして、(口)の点P', 点Q'をuv座標系からx, y, z座標系へ変換すると、
 $\text{xp}' = (\text{up}' - \text{uc}') / \text{rad_u}'$
 $\text{yp}' = -(\text{vp}' - \text{vc}') / \text{rad_v}'$
 【0063】
 【数7】

$$z_{p'} = \sqrt{1 - x_{p'}^2 - y_{p'}^2}$$

【0064】 $\text{xq}' = (\text{uq}' - \text{uc}') / \text{rad_u}'$
 $\text{yq}' = -(\text{vq}' - \text{vc}') / \text{rad_v}'$
 【0065】
 【数8】

$$z_{q'} = \sqrt{1 - x_{q'}^2 - y_{q'}^2}$$

となる。
 【0066】そして、上述のように変換されたx, y, z座標値を用い、上述の計算処理を行なう。

【0067】ところで、上述の各実施例においては、回転に伴って移動する球体の回転量を測定するものであるが、勿論、回転に伴って移動しない球体1、つまり、ある回転軸廻り回転しているのみの場合においても、上述の測定装置を使用して、その球体1の回転量を3次元座標系の各軸心廻りに演算することができる。

【0068】ところで、記録手段2にて記録される球体1の静止円形画像としては、2個(回)に限らず、3個(回)以上の複数個(回)であってもよく、数が多ければ、より高精度に回転量を求めることができる。

【0069】また、球体1としては、ゴルフボール、テニスボール等の回転軸が不特定な回転球体である。

【0070】

【発明の効果】本発明は上述の如く構成されているので、次に記載する効果を奏する。

*

12

*【0071】① 請求項1記載の球体の回転量測定装置及び請求項4記載の球体の回転量測定方法によれば、回転中の球体1を、一方向からの記録映像のみによって、高精度に、球体1の回転量を3次元座標系の各軸廻りについて求めることができ、かつ、測定装置全体がコンパクト化し、設置が容易となる。

【0072】② 請求項2記載の球体の回転量測定装置及び請求項5記載の球体の回転量測定方法によれば、回転に伴って移動している球体1を、一方向からの記録映像のみによって、高精度に球体1の回転量を3次元座標系の各軸心廻りについて求めることができ、かつ、測定装置全体がコンパクト化し、設置が容易となり、しかも、移動している球体1が装置に衝突することなく、安全であり、測定中の球体1の衝突によって装置が損傷することがない。

【0073】③ 静止円形画像の記録を2回とすれば、この2回のデータにて確実に回転量を求めることができ、かつ演算が極めて簡単であり、短時間で処理することができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る球体の回転測定装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】回転中の球体の簡略図である。

【図3】球体の変位を示す簡略図である。

【図4】静止円形画像を示す簡略図である。

【図5】静止円形画像を示す簡略図である。

【図6】従来の球体の回転量測定装置の簡単斜視図である。

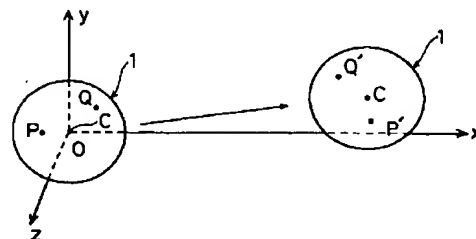
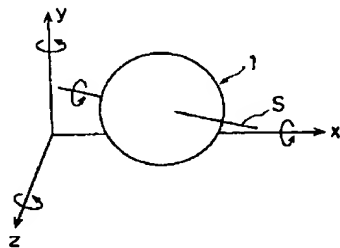
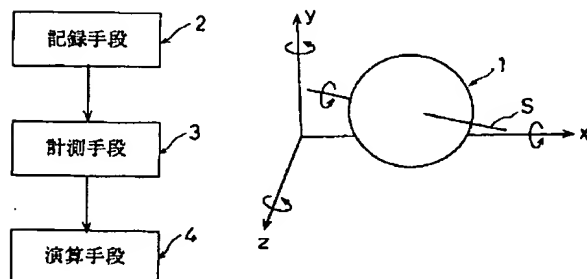
【符号の説明】

- 1 球体
- 2 記録手段
- 3 計測手段
- 4 演算手段

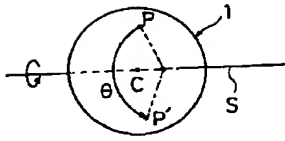
【図1】

【図2】

【図3】

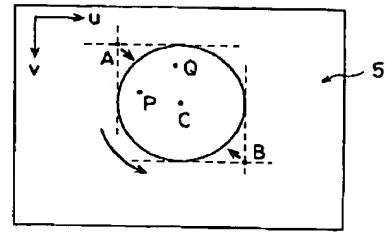


【図4】

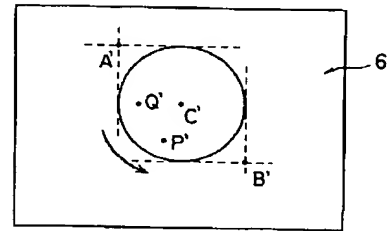


【図5】

(1)



(2)



【図6】

